

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-84252

(P2000-84252A)

(43)公開日 平成12年3月28日(2000.3.28)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

A 6 3 F 13/00

A 6 3 F 9/22

C 2 C 0 0 1

R

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-262146 ✓  
(22)出願日 平成10年9月16日(1998.9.16)

(71)出願人 000132471  
株式会社セガ・エンタープライゼス  
東京都大田区羽田1丁目2番12号  
(72)発明者 関谷 英明  
東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
社セガ・エンタープライゼス内  
(72)発明者 松井 克憲  
東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
社セガ・エンタープライゼス内  
(74)代理人 100087479  
弁理士 北野 好人

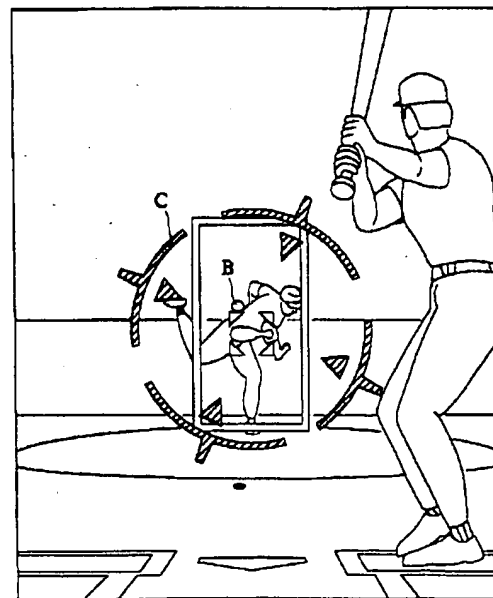
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ゲームの画像表示方法

(57)【要約】

【課題】 モニタ画面に対する奥行き動きや遠近感を表すことができるゲームの画像表示方法を提供することにある。

【解決手段】 投手がボールを投げると、ボールBの周囲に大きな円形のカーソルCが表示され、ボールBが近づいてくると、カーソルCは、徐々に大きさが小さくなり、ボールBに収れんしていく。このとき、カーソルCの色も、白から青、黄、赤と変化する。攻撃側のプレイヤーは、カーソルCの大きさと色から打撃のタイミングを知ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゲーム空間において移動する移動体を表示するゲームの画像表示方法であって、

前記移動体がモニタ画面への表示面に対して近づく又は遠ざかる際には、前記移動体の周囲に補助表示体を表示し、

前記移動体の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体を変化させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項2】 請求項1記載のゲームの画像表示方法において、

前記移動体の前記表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の大きさを変化させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載のゲームの画像表示方法において、

前記移動体の前記表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の色を変化させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載のゲームの画像表示方法において、

前記移動体が前記表示面に対して近づく際に、前記移動体の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の大きさを小さくすると共に、色を変化させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項5】 野球ゲームの画像表示方法であって、投手が投げた球がモニタ画面への表示面に対して近づく際には、前記球の周囲に補助表示体を表示し、前記補助表示体の大きさ及び/又は色を変化させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法。

【請求項6】 請求項5記載の野球ゲームの画像表示方法において、

前記球が前記表示面に対して近づく際に、前記球の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の大きさを小さくすると共に、色を変化させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法。

【請求項7】 ゲーム空間において移動する移動体を表示するゲームの画像表示方法であって、

モニタ画面への構図を、前記移動体の移動軌跡に基づいて変動させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項8】 請求項7記載のゲームの画像表示方法において、

前記モニタ画面への構図を、前記移動体の移動軌跡に基づいて、その注視点を中心として回転させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項9】 請求項7記載のゲームの画像表示方法において、

前記モニタ画面への構図を、前記移動体の移動軌跡に基づいて、その注視点も含めて変動させることを特徴とするゲームの画像表示方法。

【請求項10】 野球ゲームの画像表示方法であって、モニタ画面への構図を、投手が投げた球の球種に基づいて変動させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法。

【請求項11】 請求項10記載の野球ゲームの画像表示方法において、

投手が左右に変化する球を投げた場合には、前記モニタ画面への構図を、その注視点を中心として回転させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法。

【請求項12】 請求項10記載の野球ゲームの画像表示方法において、

投手が上下に変化する球を投げた場合には、前記モニタ画面への構図を、その注視点を含めて上下に変動させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法。

【請求項13】 相対的に位置を変動する第1のポリゴンと第2のポリゴンとが繋がっているように表示する画像表示方法であって、

前記第1のポリゴンと前記第2のポリゴンとの間に第3のポリゴンを配置し、

前記第1のポリゴンから前記第3のポリゴンを介して前記第2のポリゴンに繋げるように表示することを特徴とする画像表示方法。

【請求項14】 相対的に位置を変動する第1のポリゴンと第2のポリゴンとが繋がっているように表示する画像表示方法であって、

前記第1のポリゴンと前記第2のポリゴンとの間に第3のポリゴンを配置し、

前記第1のポリゴンの前記第3のポリゴン側の端面を、前記第3のポリゴンに投影した第1の投影面を求め、

前記第2のポリゴンの前記第3のポリゴン側の端面を、前記第3のポリゴンに投影した第2の投影面を求め、

前記第1のポリゴンの端面から、前記第3のポリゴンの前記第1の投影面の周囲及び前記第2の投影面の周囲を介して、前記第2のポリゴンの端面に達する接続曲線により前記第1のポリゴンと前記第2のポリゴンとを繋げることを特徴とする画像表示方法。

【請求項15】 請求項14記載の画像表示方法において、

前記接続曲線は、前記第1の投影面と前記第2の投影面との間において前記第3のポリゴン上に位置していることを特徴とする画像表示方法。

【請求項16】 請求項14又は15記載の画像表示方法において、

前記第3のポリゴンは、前記第1のポリゴンの前記端面の直径及び/又は前記第2のポリゴンの端面の直径にほぼ等しい直径の球形状のポリゴンであることを特徴とする画像表示方法。

【請求項17】 請求項1乃至16のいずれか1項に記載の方法を実行するプログラムが記憶されたことを特徴とする記憶媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はゲームの画像表示方法及び制御方法に係り、特に野球ゲームに適したゲームの画像表示方法及び制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年のコンピュータグラフィック技術の発達に伴い、アミューズメント施設におけるゲーム装置や、家庭用のビデオゲーム装置においても、三次元の立体的な画像表示を用いた、いわゆる3Dゲームが徐々に一般的になってきている。野球ゲームは、最もポピュラーなスポーツゲームのひとつとして根強い人気があるゲームである。この野球ゲームにおいても三次元の立体的な画像表示を用いた3Dゲームが現れてきている。

【0003】このような三次元表示可能ないわゆる3D野球ゲームの場合、上下左右の位置や動きはわかりやすいが、モニタ画面に対する奥行き動きがわかりにくい。特に、野球ゲームにおける球はもともと小さいものであるため、その位置や動きが重要であるにもかかわらず、モニタ画面に対する奥行き動きや遠近感をだして表示するのが非常に困難であった。

【0004】また、3D野球ゲームにおいても、投手に対して、直球の他に、カーブやシュート等の様々な球種を使い分けることが可能であるが、表示画面上においては、球の位置が僅かに変わるだけであって、初心者にはほとんどわからなかった。このため球種をわかりやすく表現する新たな方法が待望されている。一方、3D野球ゲームに限らず三次元表示のゲームにおいては、キャラクタ等をポリゴンにより表現している。キャラクタの各部分の形状をそれぞれポリゴンとして表現し、その位置や向きが変わったときでも、ポリゴンの位置や向きを変えて非連続のまま表現していた。このため、肩から腕にかけて服のラインがある場合であっても、ポリゴンが捻れた場合、非連続となってしまうていた。

【0005】このため、ポリゴンの接続部分を滑らかに連続させるために、ポリゴンの端面同士を結んで連続した形状を形成しようとする提案が行われている。例えば、キャラクタの腕を覆っているシャツの袖から袖の部分を表す場合には、変形しないシャツの袖と肩についてはポリゴンAとポリゴンBとで表し、その間の形状についてはポリゴンAの端面とポリゴンBの端面の頂点同士を接続することにより表そうというものである。

【0006】図25(a)に示す2つのポリゴンAとポリゴンBの間の形状については、図25(b)に示すように、ポリゴンAの頂点a1、a2、…、a6とポリゴンBの頂点b1、b2、…、b6とをそれぞれ接続することにより、ポリゴンAとポリゴンB間の形状を形成している。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ポリゴンAに対してポ

リゴンBが単に曲がる場合のように、ポリゴンAの頂点a1、a2、…、a6とポリゴンBの頂点b1、b2、…、b6同士が近接している場合には、自然な接続形状が得られる。しかしながら、図25(c)に示すように、ポリゴンBに対してポリゴンAが捻れる場合には、ポリゴンAとポリゴンB間に不自然な凹みが形成されてしまう。更に、図25(d)に示すように、ポリゴンBに対してポリゴンAが180度捻れると、ポリゴンAとポリゴンBの中間で太さがほとんどなくなってしまう非常に不自然な形状となってしまう。

【0008】例えば、腕をぐるぐる回すような動きの場合には、肩のポリゴンBに対して袖のポリゴンAが捻れる関係にある。この動きを提案した方法で表すと、腕をぐるぐる回すと捻れの角度によって肩が細くなったり太くなったりする極めて不自然な形状となっていた。本発明の目的は、モニタ画面に対する奥行き動きや遠近感を表すことができるゲームの画像表示方法を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、野球の投手等が投げられる球種の相違を初心者でもわかるように表現し、ゲームの臨場感を高めることができるゲームの画像表示方法を提供することにある。本発明の更に他の目的は、捻れのあるポリゴン同士を自然な形状で接続することができるゲームの画像表示方法を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的は、ゲーム空間において移動する移動体を表示するゲームの画像表示方法であって、前記移動体がモニタ画面への表示面に対して近づく又は遠ざかる際には、前記移動体の周囲に補助表示体を表示し、前記移動体の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体を変化させることを特徴とするゲームの画像表示方法によって達成される。

【0011】上述したゲームの画像表示方法において、前記移動体の前記表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の大きさを变化させるようにしてもよい。上述したゲームの画像表示方法において、前記移動体の前記表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の色を変化させるようにしてもよい。上述したゲームの画像表示方法において、前記移動体が前記表示面に対して近づく際に、前記移動体の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の大きさを小さくすると共に、色を変化させるようにしてもよい。

【0012】上記目的は、野球ゲームの画像表示方法であって、投手が投げた球がモニタ画面への表示面に対して近づく際には、前記球の周囲に補助表示体を表示し、前記補助表示体の大きさ及び／又は色を変化させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法によって達成される。上述した野球ゲームの画像表示方法において、前記球が前記表示面に対して近づく際に、前記球の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体の大き

さを小さくすると共に、色を変化させるようにしてもよい。

【0013】上記目的は、ゲーム空間において移動する移動体を表示するゲームの画像表示方法であって、モニタ画面への構図を、前記移動体の移動軌跡に基づいて変動させることを特徴とするゲームの画像表示方法によって達成される。上述したゲームの画像表示方法において、前記モニタ画面への構図を、前記移動体の移動軌跡に基づいて、その注視点を中心として回転させるようにしてもよい。

【0014】上述したゲームの画像表示方法において、前記モニタ画面への構図を、前記移動体の移動軌跡に基づいて、その注視点も含めて変動させるようにしてもよい。上記目的は、野球ゲームの画像表示方法であって、モニタ画面への構図を、投手が投げた球の球種に基づいて変動させることを特徴とする野球ゲームの画像表示方法によって達成される。

【0015】上述した野球ゲームの画像表示方法において、投手が左右に変化する球を投げた場合には、前記モニタ画面への構図を、その注視点を中心として回転するようにしてもよい。上述した野球ゲームの画像表示方法において、投手が上下に変化する球を投げた場合には、前記モニタ画面への構図を、その注視点を含めて上下に変動するようにしてもよい。

【0016】上記目的は、相対的に位置を変動する第1のポリゴンと第2のポリゴンとが繋がっているように表示する画像表示方法であって、前記第1のポリゴンと前記第2のポリゴンとの間に第3のポリゴンを配置し、前記第1のポリゴンから前記第3のポリゴンを介して前記第2のポリゴンに繋げるように表示することを特徴とする画像表示方法によって達成される。

【0017】上記目的は、相対的に位置を変動する第1のポリゴンと第2のポリゴンとが繋がっているように表示する画像表示方法であって、前記第1のポリゴンと前記第2のポリゴンの間に第3のポリゴンを配置し、前記第1のポリゴンの前記第3のポリゴン側の端面を、前記第3のポリゴンに投影した第1の投影面を求め、前記第2のポリゴンの前記第3のポリゴン側の端面を、前記第3のポリゴンに投影した第2の投影面を求め、前記第1のポリゴンの端面から、前記第3のポリゴンの前記第1の投影面の周囲及び前記第2の投影面の周囲を介して、前記第2のポリゴンの端面に達する接続曲線により前記第1のポリゴンと前記第2のポリゴンとを繋げることを特徴とする画像表示方法によって達成される。

【0018】上述した画像表示方法において、前記接続曲線は、前記第1の投影面と前記第2の投影面との間において前記第3のポリゴン上に位置していてもよい。上述した画像表示方法において、前記第3のポリゴンは、前記第1のポリゴンの前記端面の直径及び／又は前記第2のポリゴンの端面の直径にほぼ等しい直径の球形状の

ポリゴンであってもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態によるゲーム装置を図面を用いて説明する。

(ゲーム装置の構成)本実施形態のゲーム装置の構成を図1を用いて説明する。ゲーム装置には、装置全体の制御を行う主制御部10と、ゲーム画面の表示制御を行う表示制御部12と、効果音等を生成する音声制御部14とが設けられている。

10 【0020】主制御部10には、SCU (System Control Unit) 100と、メインCPU102と、RAM104と、ROM106と、サブCPU108とが設けられ、バス110により相互接続されている。SCU100には、バス112を介してゲームプログラムが格納されたゲームROM16が接続され、バス114を介して表示制御部12と音声制御部14が接続されている。SCU100は、バス110、112、114を介して、メインCPU、VDP120、130、DSP140、CPU142間相互のデータ入出力を制御する。

20 【0021】メインCPU102は、内部にDSP (Digital Signal Processor) と同様の演算機能を備え、ゲームROM16内に格納されているゲームプログラムを高速に実行する。RAM104は、メインCPU102のワークエリアとして使用される。ゲームプログラムやキャラクタデータが一時的に格納されている。

30 【0022】ROM106は、初期化処理用のイニシャルプログラム等の各種ゲーム共通のプログラムやデータが格納されている。サブCPU108にはコネクタ18を介して操作パネル20が接続されている。操作パネル20にはプレイヤーが操作する操作ボタン等が設けられている。操作パネル20の詳細については後述する。サブCPU108は、SMPC (System Manager & Peripheral Control) と呼ばれ、メインCPU102からの要求に応じて、操作パネル20からの操作データを取り込み、メインCPU102に渡す機能を有している。

40 【0023】メインCPU102は、サブCPU108から受け取った操作データに基づいて、例えば、ゲーム画面中のキャラクタの回転変換や透視変換等の画像制御を行う。画像制御の詳細については後述する。表示制御部12には、ポリゴンデータからなるキャラクタや背景のポリゴン画面の描画を行う第1VDP120と、この第1VDP120に接続されたVRAM122及びフレームバッファ124、126と、スクロール背景画面の描画、表示優先順位(プライオリティ)に基づくポリゴン画像データとスクロール画像データとの画像合成、クリッピングを行う第2VDP130と、この第2VDP130に接続されたVRAM132及びメモリ134とが設けられている。第1VDP120と第2VDP130はバス114を介して接続されている。

50 【0024】第1VDP120は、システムレジスタ1

20aを内蔵している。キャラクタを表すポリゴンの描画データはメインCPU102を介して第1VDP120に送られ、VRAM122に書き込まれる。VRAM122に書き込まれた描画データは、描画用のフレームバッファ122又は124に描画される。描画されたフレームバッファ122又は124のデータは、表示モード時に第2VDP130に送られる。このように、2つのフレームバッファ122、124を用いて、描画と表示をフレーム毎に切り換えるようにしている。

【0025】一方、描画を制御する情報は、メインCPU102からSCU100を介して第1VDP120のシステムレジスタ120aに設定される。このシステムレジスタ120aに設定された制御情報にしたがって第1VDP120が描画と表示を制御する。第2VDP130は、レジスタ130aとカラーRAM130bを内蔵している。画像データは、メインCPU102からSCU100を介してVRAM132とカラーRAM130bに定義される。画像表示を制御する情報も、メインCPU102からSCU100を介してレジスタ130aに設定される。VRAM132に定義されたデータは、第2VDP130のレジスタ130aに設定されている制御情報にしたがって読み出され、キャラクタに対する背景を表すスクロール画面の画像データとなる。各スクロール画面の画像データと第1VDP120から送られてきたキャラクタのポリゴンの画像データは、レジスタ130aに設定された制御情報にしたがって表示優先順位が決められ、最終的な表示画像データに合成される。

【0026】第2VDP130により、表示画像データに基づいてカラーRAM130bに定義されているカラーデータが読み出され表示カラーデータが生成され、メモリ134に蓄えられる。表示カラーデータはメモリ134に蓄えられた後、エンコーダ26に出力される。エンコーダ26は、画像データに同期信号などを付加して映像信号を生成し、モニタ28に出力する。モニタ28はゲーム画面を表示する。

【0027】音声制御部14には、PCM方式又はFM方式により音声合成を行うDSP140と、このDSP140の制御を行うCPU142とが設けられている。DSP140により生成された音声データは、D/Aコンバータ22により音声信号に変換されスピーカ24から出力される。

(操作パネル) 次に、本実施形態のゲーム装置における操作パネルについて図2を用いて説明する。

【0028】操作パネル20には、2人でプレイすることができるように、操作ボタン等を2セット設けている。操作パネル20の左側には第1プレイ用の操作ボタン等200Aが設けられ、操作パネル20の右側には第2プレイ用の操作ボタン等200Bが設けられている。操作ボタン等200A、200Bは同じ構成であ

る。

【0029】操作ボタン等200A、200Bの最も右側にはスタート/タイムボタン202が設けられている。スタート/タイムボタン202はゲームをスタートしたりゲームを一時停止したりする。ゲームが進行していないときにスタート/タイムボタン202を押すとゲームが開始し、ゲームが進行しているときにスタート/タイムボタンを押すとゲームが一時停止する。

【0030】操作ボタン等200A、200Bの最も左側には8方向レバー204が設けられている。8方向レバー204を操作することにより、各操作場面において前後左右等の8つの方向を指示する。例えば、投球時には、8方向レバー204を操作することにより投手が投げる位置を指定する。また、守備時には、8方向レバー204を操作することにより送球・塁間移動の方向の指定を行う。また、打撃時には、8方向レバー204を操作することにより、打撃する位置を指定する。

【0031】8方向レバー204の右側には2つの決定ボタンであるAボタン206、Bボタン208が設けられている。これらAボタン206、Bボタン208を用いて各操作場面において様々な指示を行う。詳細については後述する。Aボタン206、Bボタン208の左側には、野球のバットを模したバット型スイッチ210が設けられている。バット型スイッチ210は、バット211が回動軸212を中心として回動する。バット211は、回動軸212を中心として左回りに回動するように付勢されていて、常時はストップ(図示せず)に当接している。プレイヤーが付勢力に抗してバット211を右回りに回し、その後、バット211から手を離すと、バット211は勢いよく左回りに戻り、ストップ(図示せず)に当接して停止する。バット211が右回りに回すことができる限界を定めるためにストップ(図示せず)が設けられている。

【0032】バット型スイッチ210の裏側には、バット211の回動位置角度、回転速度を検出するために、例えば、回動軸212に磁石が固定された回動プレートが設けられ、磁石の回動軌跡に沿って複数のリードスイッチが設けられている。回動プレートが回動し、回動プレートの磁石が所定距離以内に近づくとリードスイッチは順次オンし、遠ざかると順次オフする。

【0033】(ゲームの基本操作) 次に、本実施形態のゲーム装置の基本操作について説明する。投球時には、8方向レバー204を用いて、投げる位置を示すピッチャーソルを移動する。バット型スイッチ210により投球を指示し、Bボタン208により牽制を指示する。バット型スイッチ210の操作タイミングに合わせた投球となる。

【0034】守備時には、8方向レバー204を用いて送球・塁間移動の指定を行う。8方向レバー204により送球方向や塁間移動方向を指定する。例えば、8方向

レバー 204 を三塁方向にすることにより、三塁への送球の指示となる。B ボタン 208 により投球を指示する。なお、バット型スイッチ 210 は使用しない。打撃時には、8 方向レバー 204 を用いて、打撃位置を示すバットカーソルを移動する。バット型スイッチ 210 により打撃の強さを指示する。基本的には、バット型スイッチ 210 のバット 211 の回転角により打撃強さを指示する。バット型スイッチ 210 の動作の詳細については後述する。

【0035】走塁時には、8 方向レバー 204 を用いて、進塁又は帰塁する際の塁指定を行う。8 方向レバー 204 により進塁又は帰塁する方向を指示して塁を指定する。A ボタン 206 により進塁を指示し、B ボタン 208 により帰塁を指定する。なお、バット型スイッチ 210 は使用しない。

(ボールの奥行き位置の表示) 次に、本実施形態のゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法について図 3 乃至図 8 を用いて説明する。

【0036】3 次元空間を 2 次元のモニタ画面に投影する場合、一般に 3 次元空間内でのボールの位置の把握が難しい。特に、投手がボールを投げた場合のように、奥から手前に向かってボールが移動する場合には 2 次元のモニタ画面上では位置がほとんど変化しないため、その奥行きの位置を知ることが非常に難しかった。本実施形態では、ボールの周囲に大きさと色に変化する円形のカーソルを表示するようにし、ボールがモニタ画面に近くなるに従って、カーソルの大きさを小さくすると共に色を変化させて、その奥行き位置を表示するようにしている。

【0037】本実施形態の野球ゲームにおいて、投手がボールを投げた場合の表示画面を図 3 乃至図 8 に示す。まず、投手が振りかぶってボールを投げようとする段階を図 3 に示す。この段階ではボールは投手が持っているため、ボールは表示されていない。次に、投手がボールを投げると、図 4 に示すように、ボール B の周囲に大きな円形のカーソル C が表示される。その後、ボール B が近づいてくると、カーソル C は、図 5、図 6、図 7、図 8 に示すように、徐々に大きさが小さくなり、ボール B に収れんしていく。このとき、カーソル C の色も、例えば、白から青、黄、赤と変化する。攻撃側のプレイヤーは、カーソル C の大きさと色から打撃のタイミングを知ることができる。例えば、青の時に打てば引っ張り打ち、黄の時に打てばセンター返し、赤の時に打てば流し打ちというように打撃のタイミングのヒントとして活用することができる。

【0038】このように本実施形態によれば投手が投げたボールの奥行きを目で見て確認することができ、その情報に基づいて打者はタイミングを取って打撃することができる。なお、上記実施形態では、ボールが近づいたがってカーソル C の大きさを小さくしたが、逆に大

きくしてもよいし、最初は近づくにしたがって途中まで大きくし、その後小さくするようにしてもよい。また、カーソル C の大きさの変化はボール B の奥行きの距離に応じて連続的に変化させてもよいし、段階的に変化させてもよい。

【0039】また、カーソルの色についても、上記実施形態に限らず様々な態様で様々な色で変化させてもよい。

(ボールの球種の表示) 次に、本実施形態のゲーム装置におけるボールの球種の表示方法について図 9 乃至図 15 を用いて説明する。

【0040】3 次元空間を 2 次元のモニタ画面に投影する場合、一般に 3 次元空間内でのボールの位置の把握が難しい。特に、投手がボールを投げた場合のように、奥から手前に向かってボールが移動する場合には 2 次元のモニタ画面上では位置がほとんど変化しない。このため、投手が直球を投げて、カーブやフォーク等の変化球を投げて、2 次元のモニタ画面上では僅かな位置の違いでしかなく、しかも、一瞬のうちに投球が出力してしまうため、投手が投げたボールの球種を知ることが非常に困難であった。

【0041】本実施形態では、投手が投げたボールの軌跡、すなわち、ボールの球種に応じてモニタ画面の構図全体を変動させることにより、投手が投げたボールの球種を容易に判断できるようにしている。例えば、投手が直球を投げた場合には、モニタ画面の構図を変動させないが、投手がカーブや、スライダー、シュート等の主として左右に変化する変化球を投げた場合には、モニタ画面の構図全体を回転させ、投手がフォークやナックル等の主として上下に変化する変化球を投げた場合には、モニタ画面の構図全体を上下に揺らすようにして、プレイヤーが容易に球種を判断できるようにする。

【0042】図 9 乃至図 11 は、投手がカーブを投げた場合のモニタ画面の構図の一具体例である。投手がカーブを投げるべくボールをリリースすると、リリース時(位置 P1)には図 9 上部の図に示すように、ゲーム画面の構図は傾いていない。リリース後、ボールが位置 P2、位置 P3、位置 P4、位置 P5 と変化すると、この変化に応じてゲーム画面は、図 9 下部の図、図 10 上部の図、図 10 下部の図、図 11 上部の図と順次示すように、注視点を中心に回転し、ボールが打者の位置 P6 に達したときに、その回転角が最大となる。ゲーム画面の構図の回転角  $\theta$  は、図 12 に示すように、構図の注視点 O における回転角  $\theta$  として定められている。

【0043】なお、カーブによる位置変動が大きくなると、回転角  $\theta$  をより大きくして、カーブの程度を直感的に把握しやすくしている。また、投手の体力消耗度を構図を回転する回転角  $\theta$  に反映させてもよい。構図の傾き具合から投手の体力消耗度を判定することができる。このように本実施形態によれば、投手が投げたボールの軌

跡により画面の構図が変動するので、球種を容易に判断することができる。

【0044】図1.3乃至図1.5は、投手がカーブを投げた場合のモニタ画面の構図の他の具体例である。上述した具体例ではゲーム画面の構図全体を変動したが、本具体例のようにゲーム画面中の一部のみを変動させてもよい。本具体例では、打者と投手とマウンドについては変動させず、ホームベースやバッターボックス等の一部の構図のみ変動させてもよい。

【0045】投手がカーブを投げるべくボールをリリースすると、リリース時（位置P1）には図1.3上部の図に示すように、ゲーム画面の構図は傾いていない。リリース後、ボールが位置P2、位置P3、位置P4、位置P5と変化すると、この変化に応じてゲーム画面は、図1.3下部の図、図1.4上部の図、図1.4下部の図、図1.5上部の図と順次示すように、ホームベースやバッターボックス等の一部の構図のみが回転し、ボールが打者の位置P6に達したときに、その回転角が最大となる。ゲーム画面の構図の回転角 $\theta$ は、図1.2に示すように、構図の注視点Oにおける回転角 $\theta$ として定められている。

【0046】このように本実施形態によれば、投手が投げたボールの軌跡により画面の構図が変動するので、球種を容易に判断することができる。

（ポリゴンの連結方法）次に、本実施形態のゲーム装置におけるポリゴンの連結方法について図1.6乃至図2.2を用いて説明する。

【0047】3D野球ゲームに限らず三次元表示のゲームにおいては、キャラクタ等をポリゴンにより表現している。キャラクタの腕や足のような関節のあるものについては、肩、上腕、前腕、掌等の変形しない部分についてポリゴンを形成し、これらポリゴン間の形状については、ポリゴンの対応する頂点同士を接続することにより形成し、動きのある腕や足等を表している。

【0048】図1.6に示すように、キャラクタの腕を覆っているシャツの肩から袖の部分を表す場合には、変形しないシャツの袖と肩についてはポリゴンAとポリゴンBとで表し、その間の形状についてはポリゴンAとポリゴンBを関節に相当するポリゴンSを介して接続することにより表している。図1.7（a）に示すように、本実施形態では、ポリゴンAの端面とポリゴンBの端面との間に、関節に相当する球型のポリゴンSを仮想的に配置する。ポリゴンAの端面からポリゴンSへの結合を演算し、ポリゴンBの端面からポリゴンSへの結合を演算し、最終的にポリゴンAの端面とポリゴンBの端面とをポリゴンSを介して連結することにより滑らかな連結状態を表示する。

【0049】まず、図1.7（b）に示すように、ポリゴンAからポリゴンSへの結合を演算する。ポリゴンAの中心点OAからポリゴンSの中心点OSへのベクトルOAOSに対して垂直な円周R1を求める。円周R1上でポリ

ゴンAの頂点a1に最も近い点をS11とする。図1.7

（c）に示すように、同様にして円周R1上にポリゴンAの各頂点a2、a3、a4、a5、a6に最も近い点S12、S13、S14、S15、S16を決定する。

【0050】次に、図1.7（d）に示すように、ポリゴンBからポリゴンSへの結合を演算する。ポリゴンBの中心点OBからポリゴンSの中心点OSへのベクトルOBOSに対して垂直な円周R2を求める。次に、図1.8

（a）に示すように、ポリゴンSの円周R1、R2から結合点候補円周R3を求める。円周R1と円周R2との交点C1、C2を通る軸をCとする。ベクトルC1OSと垂直になる円周R1の点をS1'、ベクトルC1OSと垂直になる円周R2の点をS2'とする。このときベクトルOSS1'とベクトルOSS2'のなす角を $\theta$ とする。そこで、図1.8（b）に示すように、軸Cを中心として円周R1を $\theta/2$ だけ回転してできるポリゴンS上の円周をR3とする。

【0051】次に、円周R2と円周R3の結合点候補円周から結合点を求める。まず、図1.8（c）に示すように、点S1'と点S11の回転角 $\phi$ を求める。続いて、図1.9（a）に示すように、点S3'を円周R3の円周上で $\phi$ 回転した点をS31とし、同様にして、円周R3上の点S32、S33、S34、S35、S36を求める。続いて、同様にして、図1.9（b）に示すように、円周R2上の点S21、S22、S23、S24、S25、S26を求める。

【0052】次に、ポリゴンSからポリゴンBへの結合を求めるため、図2.0（a）に示すように、ポリゴンBをベクトルOSOBを軸として角度 $\phi$ だけ回転する。次に、このようにして得られたポリゴンAの端面の頂点aiと、ポリゴンSの円周R1の頂点Si1と、ポリゴンSの円周R3の頂点Si3と、ポリゴンSの円周R2の頂点Si2と、ポリゴンBの端面の頂点biとを、図2.0（b）に示すように結合する。これにより滑らかな接続曲線が得られる。

【0053】このように本実施形態によれば、結合するポリゴンに捻れがあっても自然に滑らかな形状で接続することができる。図1.6に示すように袖のポリゴンAと肩のポリゴンBの場合でも、図2.1、図2.2に示すように、腕を上げて捻れが生じても、ポリゴンSを介して滑らかにポリゴンA、B同士を接続することができる。図2.3に示すように、腕を下げて捻れが生じても、ポリゴンSを介して滑らかにポリゴンA、B同士を接続することができる。

【0054】（キャラクタの簡易身長表示方法）次に、本実施形態のゲーム装置におけるキャラクタの身長表示方法について図2.4を用いて説明する。例えば、野球ゲームでは多数の選手が登場するが、選手の動きは計算により求めるため、骨格は同じである必要があり、各選手に別個のキャラクタを用意することはしていない。このため、別の選手であっても同じキャラクタにより表現す

ることになり変化に乏しくなりがちである。

【0055】本実施形態では、同じ骨格のキャラクタの頭の部分だけの大きさを変化させることにより、錯覚を利用して、あたかも身長異なる別個のキャラクタがあるかのようにしている。図24に示すように、標準の大きさの頭F0に対し、大きさだけを変えた頭F1、F2、F3、F4を用意しておき、必要に応じて取り替えるようにする。標準より小さな頭F1、F2を用いれば、あたかも背の高いキャラクタであるかのように錯覚し、標準より大きな頭F3、F4を用いれば、あたかも背の低いキャラクタであるかのように錯覚する。

【0056】(変形実施形態)本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施形態では、本発明を野球ゲームに適用したが、射撃ゲームやサッカーゲーム、レーシングゲーム等の他のゲームに本発明を適用してもよい。また、上記実施形態ではバット型スイッチを用いたが、他のスイッチにより打撃指示をするようにしてもよい。

#### 【0057】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、ゲーム空間において移動する移動体を表示するゲームの画像表示方法であって、前記移動体がモニタ画面への表示面に対して近づく又は遠ざかる際には、前記移動体の周囲に補助表示体を表示し、前記移動体の前記モニタ表示面に対する距離に応じて前記補助表示体を変化させるようにしたので、モニタ画面に対する奥行きや動きや遠近感を表すことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態によるゲーム装置のブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態によるゲーム装置の操作パネルを示す図である。

【図3】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法の説明図(その1)である。

【図4】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法の説明図(その2)である。

【図5】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法の説明図(その3)である。

【図6】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法の説明図(その4)である。

【図7】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法の説明図(その5)である。

【図8】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの奥行き位置の表示方法の説明図(その6)である。

【図9】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の一具体例の説明図(その1)である。

【図10】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の一具体例の説明図(その2)である。

【図11】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の一具体例の説明図(その3)である。

【図12】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の一具体例の説明図(その4)である。

【図13】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の他の具体例の説明図(その1)である。

【図14】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の他の具体例の説明図(その2)である。

【図15】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるボールの球種の表示方法の他の具体例の説明図(その3)である。

【図16】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結状態を示す図である。

【図17】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結方法の説明図(その1)である。

【図18】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結方法の説明図(その2)である。

【図19】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結方法の説明図(その3)である。

【図20】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結方法の説明図(その4)である。

【図21】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結状態を示す図である。

【図22】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結状態を示す図である。

【図23】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるポリゴンの連結状態を示す図である。

【図24】本発明の一実施形態によるゲーム装置におけるキャラクタの身長表示方法の説明図である。

【図25】提案されたゲーム装置におけるポリゴンの連結方法の説明図である。

#### 【符号の説明】

- 10…主制御部
- 12…表示制御部
- 14…音声制御部
- 16…ゲームROM
- 18…コネクタ
- 20…操作パネル
- 22…D/Aコンバータ
- 24…スピーカ



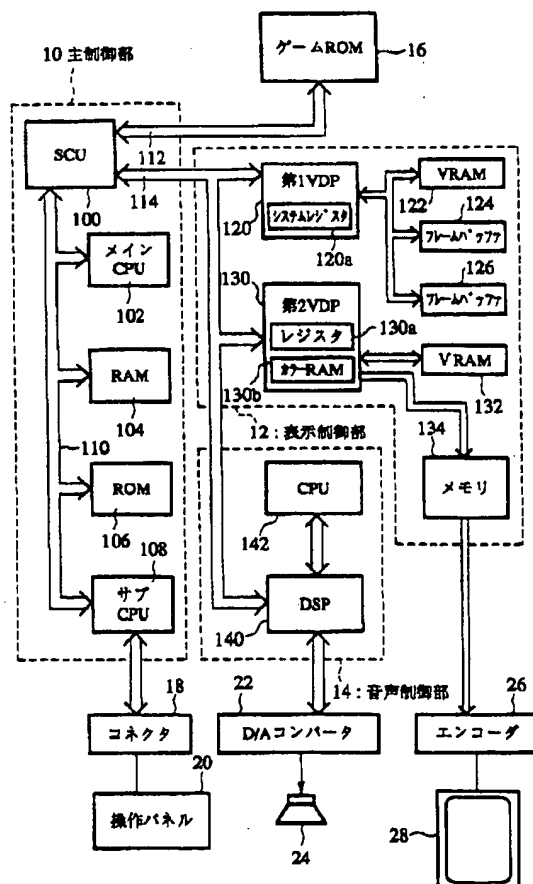
15

26…エンコーダ  
 28…モニタ  
 100…SCU (System Control Unit)  
 102…メインCPU  
 104…RAM  
 106…ROM  
 108…サブCPU  
 110、112、114…バス  
 120…第1VDP  
 120a…システムレジスタ  
 130a…レジスタ  
 122…VRAM  
 124、126…フレームバッファ  
 130…第2VDP  
 130a…レジスタ  
 130b…カラーRAM

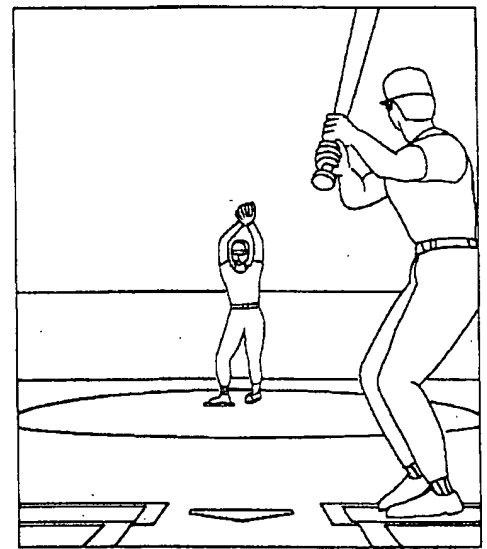
16

132…VRAM  
 134…メモリ  
 140…DSP  
 142…CPU  
 200A、200B…操作ボタン等  
 202…スタートボタン  
 204…壘型ボタン群  
 204a…一塁ボタン  
 204b…二塁ボタン  
 204c…三塁ボタン  
 204d…本塁ボタン  
 206、208…決定ボタン  
 210…バット型スイッチ  
 211…バット  
 212…回転軸

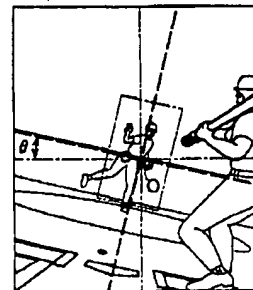
【図1】



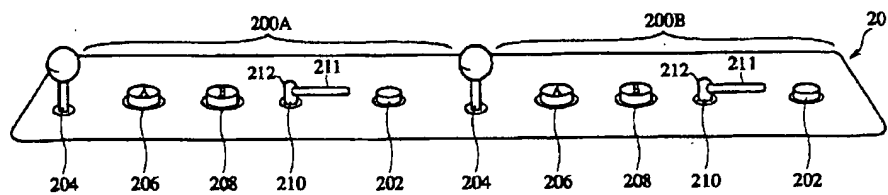
【図3】



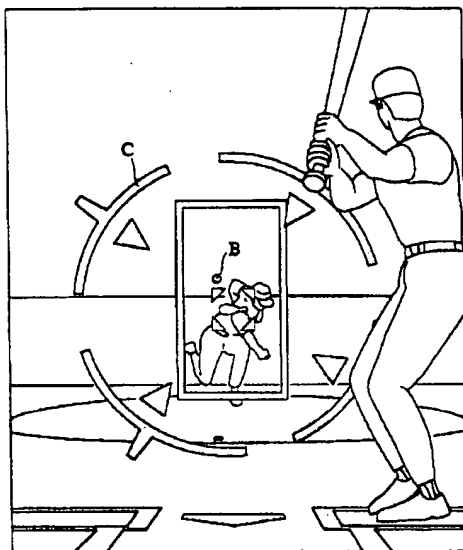
【図12】



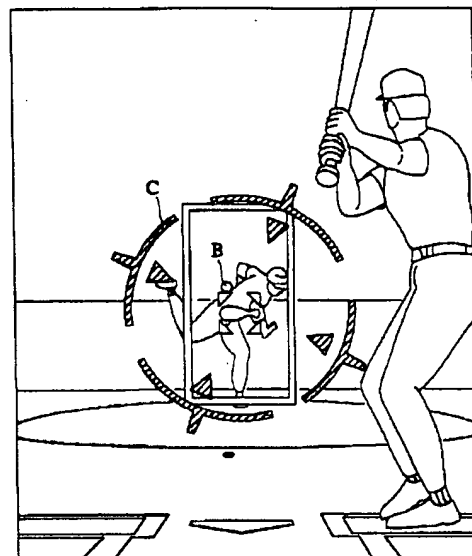
【図 2】



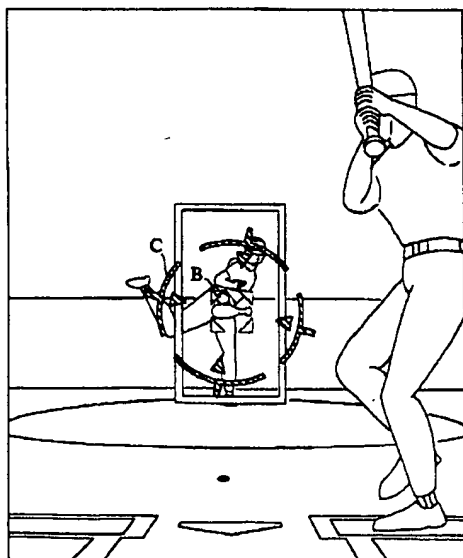
【図 4】



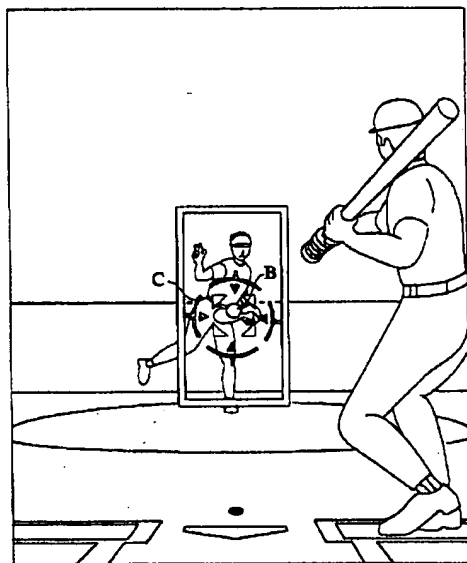
【図 5】



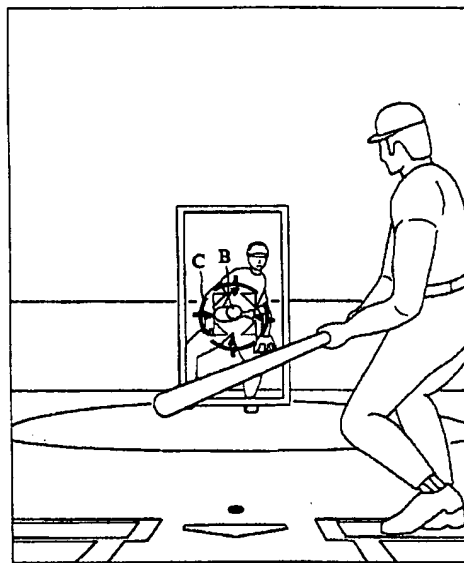
【図 6】



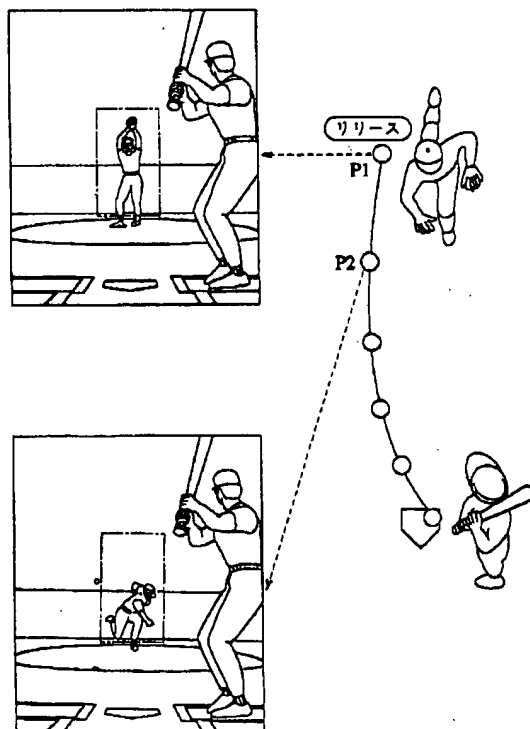
【図 7】



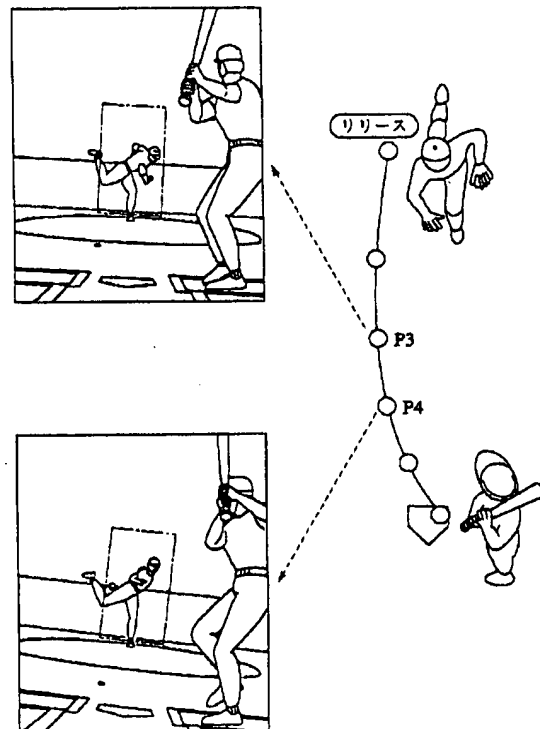
【図 8】



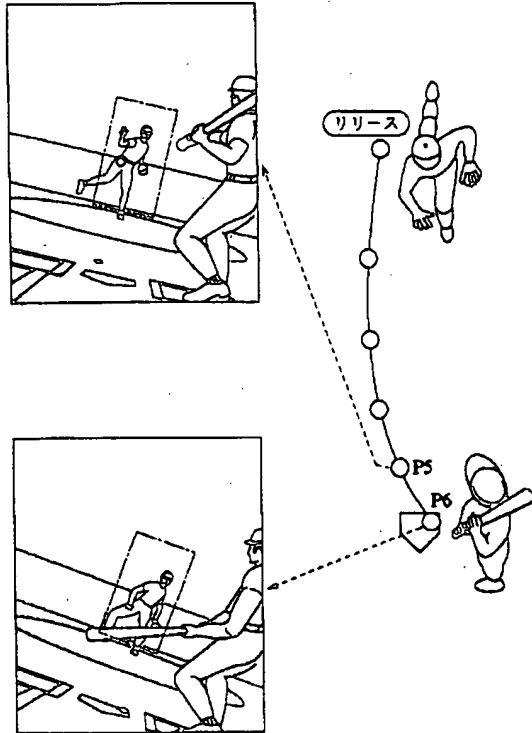
【図 9】



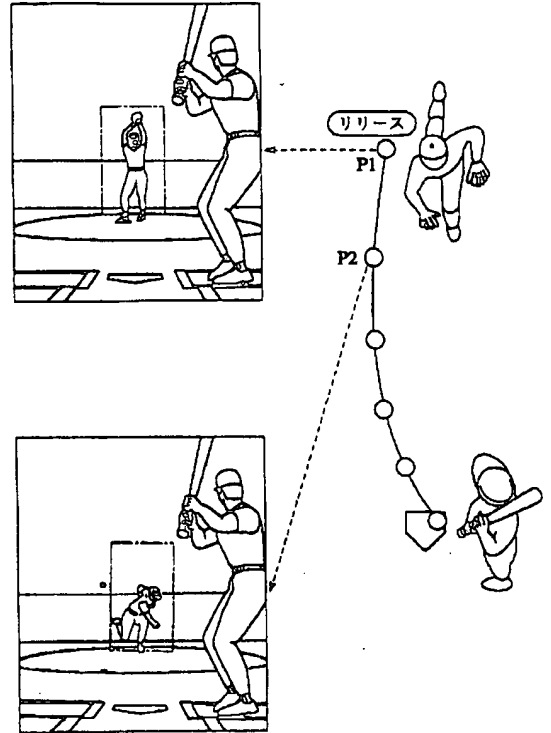
【図 10】



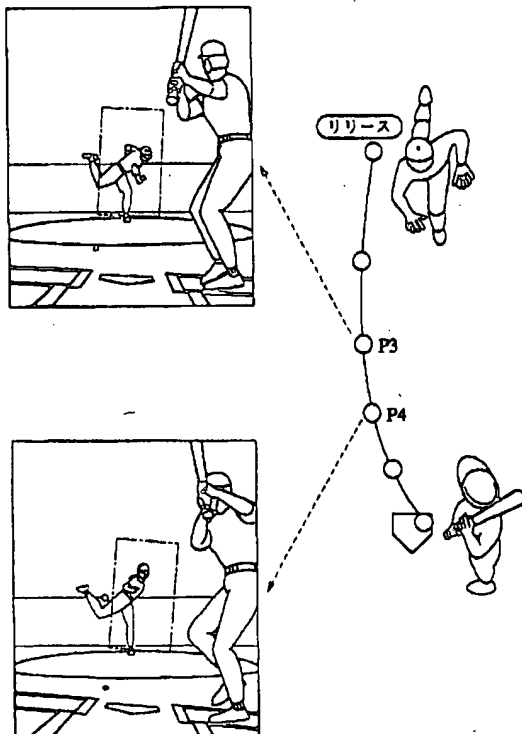
【図11】



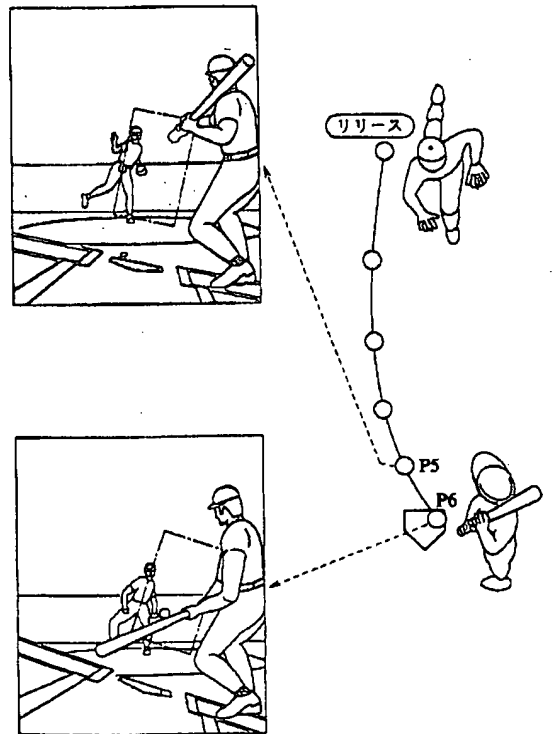
【図13】



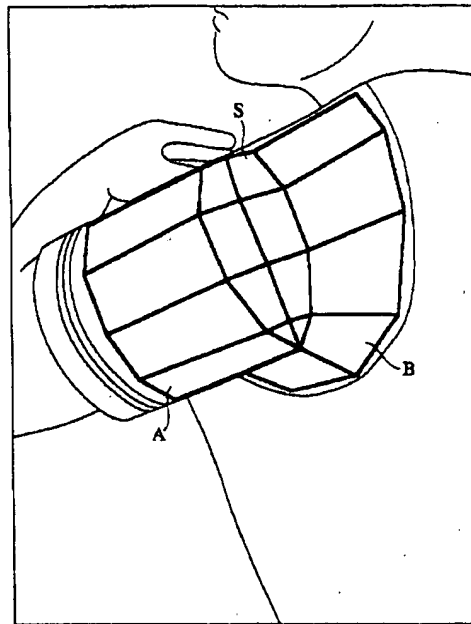
【図14】



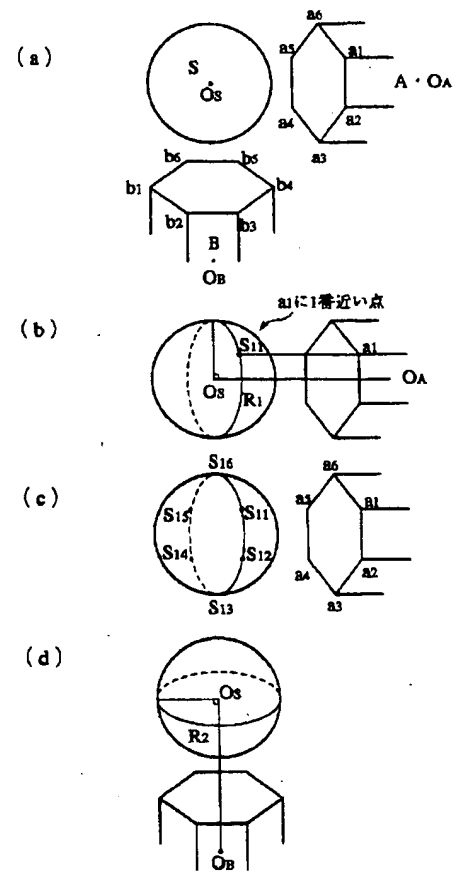
【図15】



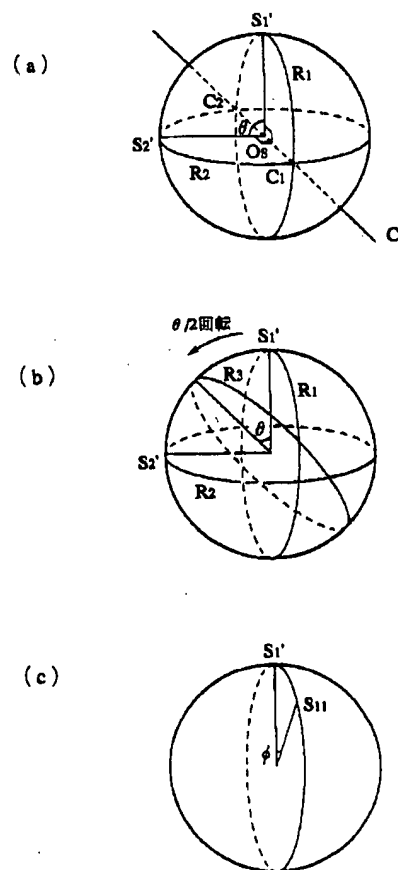
【図 16】



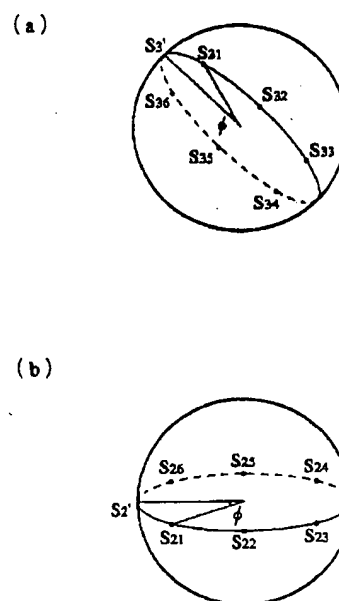
【图 17】



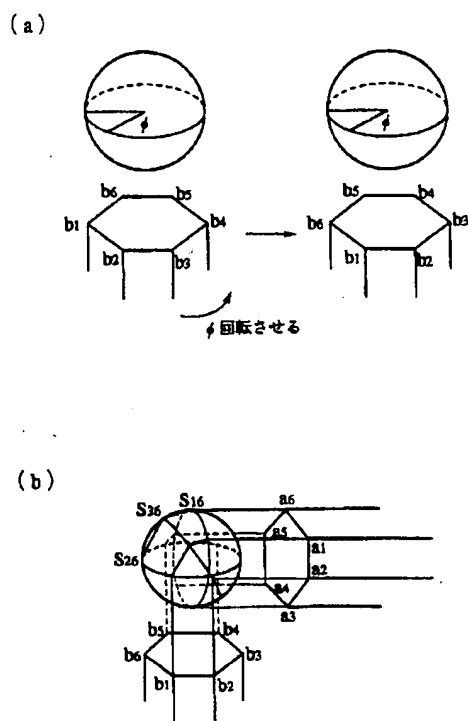
【图 18】



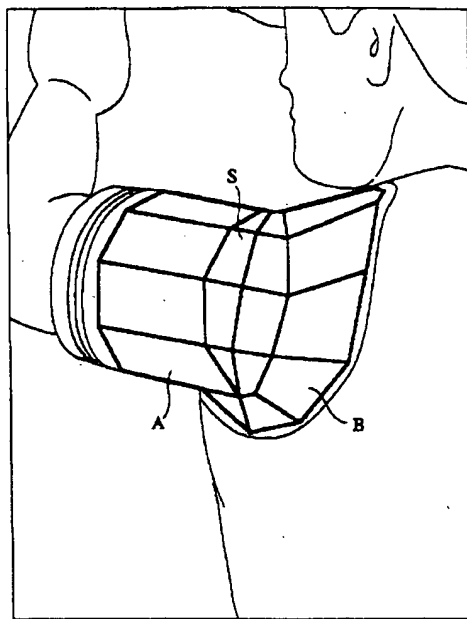
【图 19】



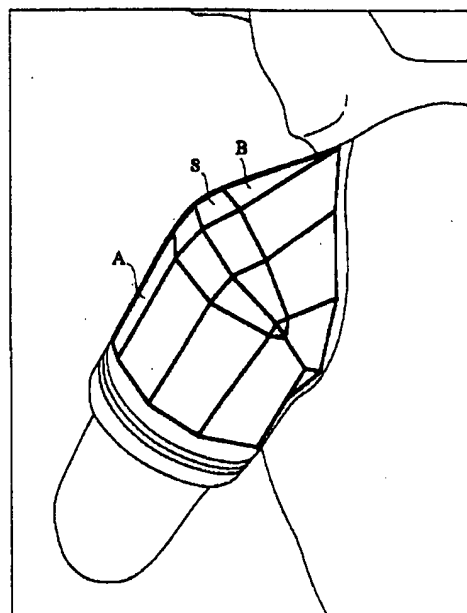
【図 20】



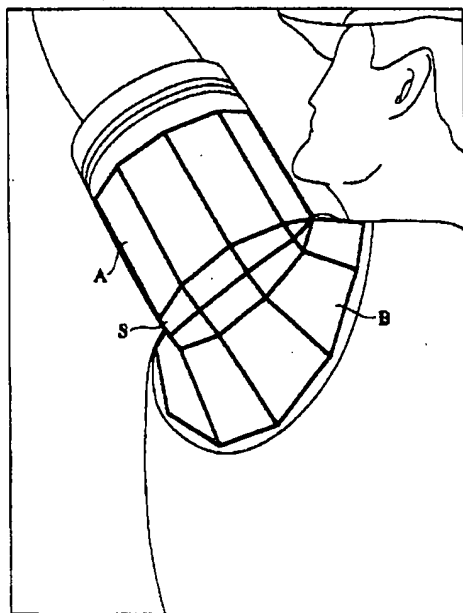
【図 21】



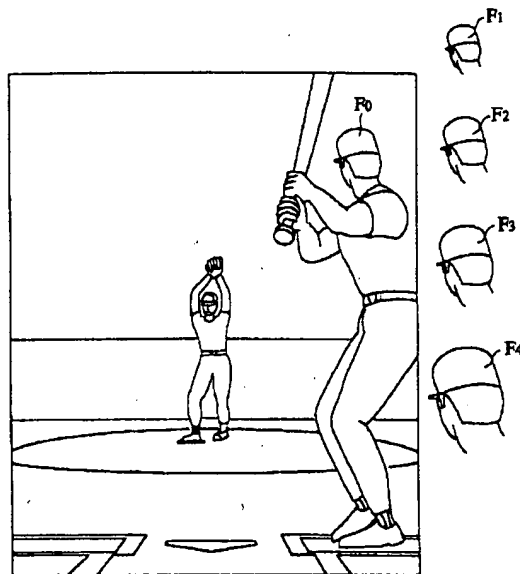
【図 23】



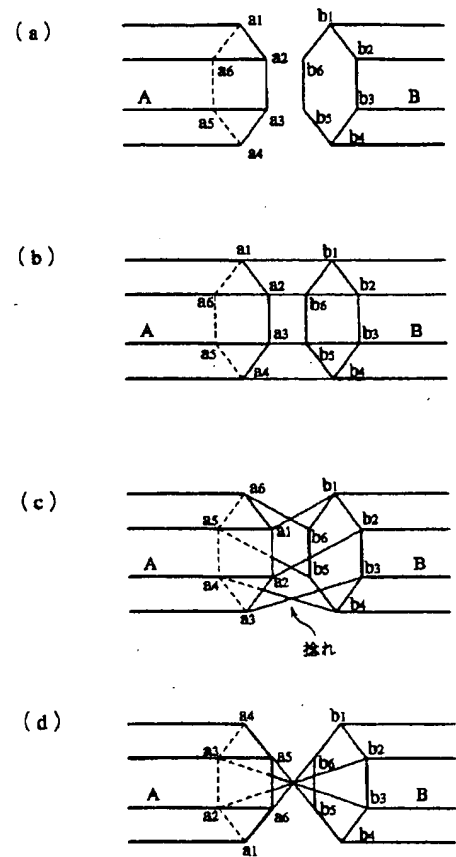
【図 22】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(72) 発明者 山崎 拓也  
 東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
 社セガ・エンタープライゼス内  
 (72) 発明者 漆原 俊一  
 東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
 社セガ・エンタープライゼス内

(72) 発明者 興津 禎之  
 東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
 社セガ・エンタープライゼス内  
 (72) 発明者 黒瀬 豊司  
 東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会  
 社セガ・エンタープライゼス内

Fターム(参考) 2C001 AA00 AA05 AA17 BA00 BA01  
 BA05 BB00 BB04 BC00 BC05  
 BC06 CA01 CA06 CB01 CC02

- (19) Japan Patent Office (JP)  
(12) Publication of Patent Application (A)  
(11) Publication Number of Patent Application: 84252/2000  
(43) Date of Publication of Application: March 28, 2000  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:

A 63 F 13/00

Identification Number

FI

A 63 F 9/22

Theme code (reference)

C 2C001

R

Request for Examination: not made

Number of Claims: 17 (15 pages in total)

(21) Application Number Hei-10-262146 ✓

(22) Application Date: September 16, 1998

(71) Applicant: 000132471

Sega Enterprise Ltd.

1-2-12, Haneda, Ohta-ku,

Tokyo

(72) Inventors: SEKIYA Hideaki, MATSUI Katsunori,  
YAMAZAKI Takuya, URUSHIBARA Shunichi,  
OKITSU Yoshiyuki, KUROSE Toyoji  
c/o Sega Enterprise Ltd.



1-2-12, Haneda, Ohta-ku,  
Tokyo

(74) Agent: 100087479

Patent Attorney, KITANO Yoshito

F terms (Reference) 20001 AA00 AA05 AA17 BA00 BA01 BA05 BB00  
BB04 BC00 BC05 BC06 CA01 CA06 CB01  
CC02

(54) Title:

IMAGE DISPLAY METHOD FOR GAME

(57) Abstract:

[Problem] To provide an image display method for a game, capable of representing the movement in depth to a monitor screen and perspective.

[Means for Resolution] When a pitcher throws a ball, a large circular cursor C is displayed around the ball B. As the ball B approaches, the size of the cursor C is gradually decreased and it is converged to the ball B. At the time, the color of the cursor C is also changed from white to blue, yellow and red. A player of an offensive side recognizes the timing of hitting from the size and color of the cursor C.

Claims:

1. An image display method for a game, which is a game

image display method for displaying a moving body moving in a game space, characterized in that when the moving body approaches or recedes from a display surface to a monitor screen, an auxiliary display element is displayed around the moving body, and the auxiliary display element is changed according to the distance of the moving body to the monitor display surface.

2. The image display method for a game according to claim 1, wherein the size of the auxiliary display element is changed according to the distance of the moving body to the display surface.

3. The image display method for a game according to claim 1 or 2, wherein the color of the auxiliary image display element is changed according to the distance of the moving body to the display surface.

4. The image display method for a game according to one of claims 1 to 3, wherein when the moving body approaches the display surface, the size of the auxiliary display element is decreased and also the color thereof is changed according to the distance of the moving body to the monitor display surface.

5. An image display method for a baseball game, characterized in that when a ball thrown by a pitcher approaches a display surface to a monitor screen, an auxiliary display element is displayed in the periphery of the ball, and the size and/or color of the auxiliary display element is changed.

6. The image display method for a baseball game according to claim 5, wherein when the ball approaches the display surface, the size of the auxiliary display element is decreased and also the color thereof is changed according to the distance of the ball to the monitor display surface.

7. An image display method for a game, which is a game image display method for displaying a moving body moving body in a game space, characterized in that composition to a monitor screen is varied according to a moving locus of the moving body.

8. The image display method for a game according to claim 7, wherein composition to the monitor screen is rotated around its fixation point according to the moving locus of the moving body.

9. The image display method for a game according to claim 7, wherein composition to the monitor screen is varied including its fixation point according to the moving locus of the moving body.

10. An image display method for a baseball game, wherein composition to a monitor screen is varied according to the movement of a ball thrown by a pitcher.

11. The image display method for a baseball game according to the claim 10, wherein when a pitcher throws a ball varying left and right, composition to the monitor screen is rotated around its fixation point.

12. The image display method for a baseball game

according to claim 10, wherein when a pitcher throws a ball varying up and down, composition to the monitor screen is varied up and down including its fixation point.

13. An image display method for displaying a first polygon and a second polygon relatively varying in position to be connected to each other, characterized in that a third polygon is disposed between the first polygon and the second polygon, and the polygons are display so that the first polygon is connected through the third polygon to the second polygon.

14. An image display method for displaying a first polygon and a second polygon relatively varying in position to be connected to each other, characterized in that a third polygon is disposed between the first polygon and the second polygon, the end face of the first polygon on the third polygon side is projected on the third polygon to obtain a first plane of projection, the end face of the second polygon on the third polygon side is projected on the third polygon to obtain a second plane of projection, and the first polygon and the second polygon are connected to each other by a connection curve extending from the end face of the first polygon through the periphery of the first projection plane and the periphery of the second projection plane of the third polygon to each the end face of the second polygon.

15. The image display method according to claim 14, wherein the connection curve is positioned on the third polygon

between the first projection plane and the second projection plane.

16. The image display method according to claim 14 or 15, wherein the third polygon is a spherical polygon having a diameter substantially equal to the diameter of the end face of the first polygon and/or that of the end face of the second polygon.

17. A storage medium, characterized by storing a program for executing the method described in one of the claims 1 to 16.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

This invention relates to an image display method and control method for a game and particularly to the image display method and control method suitable for a baseball game.

[0002]

[Prior Art]

With the recent development of computer graphics technology, in the game devices of recreational facilities and also a domestic video game device, the so-called 3-D game using a three-dimensional stereo image display has been gradually generalized. The baseball game is one of the most popular sports games and it has deeply-rooted popularity. In the

baseball game, 3-D game using a three-dimensional stereo image display has come out.

[0003]

In the case of this type of the so-called 3-D baseball game which can be displayed in three dimensions, the lateral and vertical position and movement can be easily seen, but the movement in the depth to the monitor screen is hard to be seen. Especially, a ball in the baseball game is originally small so that although its position and movement are important, it is very difficult to represent the movement in depth to the monitor screen and perspective and display the same.

[0004]

In the 3-D baseball game, in addition to the straight ball, various pitched balls deviated in the movement, such as curveball and screwball can be properly used for a pitcher, but on the display screen, the position of the ball is just a little changed, and this is hardly seen by a beginner. Therefore, a new method for representing the movement of a pitched ball to be easily seen has been expected. On the other hand, not only in the 3-D baseball, but also in the three-dimensional display game, a character and the like are represented by a polygon. The shapes of the respective parts of the character are respectively represented as a polygon, and even when the position and direction are changed, the positions and directions of the polygons are varied and

represented as they are still discontinuous. Consequently, even in the case where a line of clothes is extended from the shoulder to the arm, when the polygons are twisted, the line becomes discontinuous.

[0005]

In order to smoothly connect the connecting parts of the polygons, it has been proposed that the end faces of the polygons are connected to each other to form a continuous shape. For example, in the case of showing a part extending from a shoulder to a sleeve of a shirt covering the arm of the character, the sleeve and shoulder of the shirt, which are not deformed, are represented by a polygon A and a polygon B, and the shape between them is represented by connecting the apexes of the end face of the polygon A and the end face of the polygon B to each other.

[0006]

As for the shape between two polygons A and B shown in Fig. 25A is, as shown in Fig. 25B, the apexes a1, a2 ..., a6 of the polygon A and the apexes b1, b2, ..., b6 of the polygon B are respectively connected to each other to thereby form the shape between the polygon A and the polygon B.

[0007]

[Problems that the Invention is to Solve]

In the case where the apexes a1, a2, ..., a6 of the polygon A and the apexes b1, b2, ..., b6 of the polygon B approach each

other like the case where the polygon B simply bends to the polygon A, a natural connecting shape can be obtained. As shown in Fig. 25C, however, in the case where the polygon A is twisted to the polygon B, a unnatural recess is formed between the polygon A and the polygon B. Further, as shown in Fig. 25D, when the polygon A is twisted to the polygon B in a 180-degree arc, the thickness is almost gone in the middle between the polygon A and the polygon B to form a very unnatural shape.

[0008]

For example, in the case of the movement of swinging the arm in circles, the polygon A of the sleeve is twisted to the polygon B of the shoulder. When this movement is represented by the proposed method, when the arm is swung in cycles, the shoulder becomes thinner or thicker depending upon the twisting angle to form a very unnatural shape. It is an object of the invention to provide an image display method for a game, capable of representing the movement in depth to a monitor screen and perspective.

[0009]

It is another object of the invention to provide an image display method for a game, capable of representing a difference in the movement of a ball thrown by a pitcher or the like of the baseball to be seen by a beginner to heighten a sense of presence of the game. It is still another object of the invention to provide an image display method for a game, capable



of connecting twisted polygons to each other in a natural shape.

[0010]

[Means for Solving the Problems]

The above object is accomplished by an image display method for a game, which is a game image display method for displaying a moving body moving in a game space, and characterized in that when the moving body approaches or recedes from a display surface to a monitor screen, an auxiliary display element is displayed in the periphery of the moving body, and the auxiliary display element is changed according to the distance of the moving body to the monitor display surface.

[0011]

In the above image display method for a game, the size of the auxiliary display element may be changed according to the distance of the moving body to the display surface. In the above image display method for a game, the color of the auxiliary image display element may be changed according to the distance of the moving body to the display surface. In the above image display method for a game, when the moving body approaches the display surface, the size of the auxiliary display element may be decreased and also the color thereof may be changed according to the distance of the moving body to the monitor display surface.

[0012]

The above object is accomplished by an image display method for a baseball game, characterized in that when a ball thrown by a pitcher approaches a display surface to a monitor screen, an auxiliary display element is displayed in the periphery of the ball, and the size and/or color of the auxiliary display element is changed. In the above image display method for a baseball game, when the ball approaches the display surface, the size of the auxiliary display element may be decreased and also the color thereof may be changed according to the distance of the ball to the monitor display surface.

[0013]

The above object is accomplished by an image display method, which is a game image display method for displaying a moving body moving body in a game space, and characterized in that composition to a monitor screen is varied according to a moving locus of the moving body. In the above game image display method, composition to the monitor screen may be rotated around its fixation point according to the moving locus of the moving body.

[0014]

In the above game image display method, composition to the monitor screen may be varied including its fixation point according to the moving locus of the moving body. The above object is accomplished by an image display method for a baseball

game, wherein composition to a monitor screen is varied according to the movement of a ball thrown by a pitcher.

[0015]

In the above image display method for a baseball game, when a pitcher throws a ball varying left and right, composition to the monitor screen is rotated around its fixation point. In the above image display method for a baseball game, when a pitcher throws a ball varying up and down, composition to the monitor screen is varied up and down including its fixation point.

[0016]

The above object is accomplished by an image display method for displaying a first polygon and a second polygon relatively varying in position to be connected to each other, characterized in that a third polygon is disposed between the first polygon and the second polygon, and the polygons are displayed so that the first polygon is connected through the third polygon to the second polygon.

[0017]

The above object is accomplished by an image display method for displaying a first polygon and a second polygon relatively varying in position to be connected to each other, characterized in that a third polygon is disposed between the first polygon and the second polygon, the end face of the first polygon on the third polygon side is projected on the third

polygon to obtain a first plane of projection, the end face of the second polygon on the third polygon side is projected on the third polygon to obtain a second plane of projection, and the first polygon and the second polygon are connected to each other by a connection curve extending from the end face of the first polygon through the periphery of the first projection plane and the periphery of the second projection plane of the third polygon to each the end face of the second polygon.

[0018]

In the above image display method, the connection curve may be positioned on the third polygon between the first projection plane and the second projection plane. In the above image display method, the third polygon may be a spherical polygon having a diameter substantially equal to the diameter of the end face of the first polygon and/or that of the end face of the second polygon.

[0019]

[Mode for Carrying Out the Invention]

A game device according to one embodiment of the invention will now be described by the attached drawings.

[Composition of the game device]

The composition of the game device in the present embodiment will be described with Fig. 1. The game device is provided with a main control part 10 for controlling the whole

of the device, a display control part 12 for controlling the display of a game screen, and a voice control part 14 for generating effective sound and the like.

[0020]

The main control part 10 is provided with a SCU (System Control Unit) 100, a main CPU 102, a RAM 104, a ROM 106, and a sub-CPU 108, and connected to each other by a bus 110. A game ROM 106 storing a game program is connected to the SCU 100 through a bus 112, and the display control part 12 and the voice control part 14 are connected to each other through a bus 114. The SCU 100 controls the data input/output between the main CPU, VDPs 120, 130, a DSP 140 and a CPU 142 through the buses 110, 112, 114.

[0021]

The main CPU 102 has an arithmetic function similar to a DSP (Digital Signal Processor) inside to thereby execute a game program stored in the game ROM 16 at high speed. The RAM 104 is used as a work area for the main CPU 102. The game program and the character data are temporarily stored.

[0022]

The ROM 106 stores a program and data common to various games such as an initial program for initialization. A console panel 20 is connected to the sub-CPU 108 through a connector 18. The console panel 20 is provided with an operating button operated by a player. The details of the

console panel 20 are mentioned later. The sub-CPU 108 is called SMPC (System Manager & Peripheral Control), and has a function of fetching operation data from the console panel 20 in response to a request from the main CPU 102 and delivering the same to the main CPU 102.

[0023]

The main CPU 102 performs image control such as rotational transformation or perspective transformation of a character in a game screen based on the operating data received from sub-CPU 108. The details of the image control are mentioned later. The display control part 12 is provided with a first VDP 120 for plotting a polygon screen of a character and background formed by polygon data, a VRAM 122 and frame buffers 124, 126 connected to the first VDP 120, a second VDP 130 for performing plotting for a scroll background screen, image synthesis of polygon image data and scroll image data according to the display priority, and clipping, and a VRAM 132 and a memory 134 connected to the second VDP 130. The first VDP 120 and the second VDP 130 are connected to each other through the bus 114.

[0024]

The first VDP 120 contains a system register 120a. The plotting data of a polygon representing a character is sent through the main CPU 102 to the first VDP 120, and written to the VRAM 122. The plotting data written to the VRAM 122 is

plotted in the frame buffer 122 or 124 for plotting. The plotted data of the frame buffer 122 or 124 is sent to the second VDP 130 in a display mode. Thus, plotting and display are switched for each frame by the use of two frame buffers 122, 124.

[0025]

On the other hand, information for controlling plotting is set from the main CPU 102 through the SCU 100 in the system register 120a of the first VDP 120. According to the control information set in the system register 120a, the first VDP 120 controls plotting and display. The second VDP 130 contains a register 130a and a color RAM 130b. The image data is defined from the main CPU 102 through the SCU 100 to the VRAM 132 and the color RAM 130b. The information for controlling the image display is also set from the main CPU 102 through the SCU 100 in the register 130a. The data defined in the VRAM 132 is read out according to the control information set in the register 130a of the second VDP 130 to make image data of the scroll screen representing the background to a character. The display priority for the image data of each scroll screen and the image data of the polygon of the character sent from the first VDP 120 is determined according to the control information set in the register 130a, and synthesized to the final display image data.

[0026]

According to the display image data, the color data defined in the color RAM 130b is read out by the second VDP 130 to generate the display color data, and store the same in the memory 134. The display color data is stored in the memory 134, and then output to an encoder 26. The encoder 26 adds a synchronous signal to the image data to generate a video signal, and outputs the same to a monitor 28. The monitor 28 displays the game screen.

[0027]

The voice control part 14 includes a DSP 140 for performing voice synthesis by PCM or FM, and a CPU 142 for controlling the DSP 140. The voice data generated by the DSP140 is converted to a voice signal by an D/A converter 22 and output from a speaker 24.

(Console panel) The console panel in the game device of the present embodiment will now be described with Fig. 2.

[0028]

The console panel 20 is provided with two sets of operating buttons or the like to play the game with two persons. On the left of the console panel 20, the operating buttons or the like 200A for a first player are disposed, and on the right of the console panel 20, the operating buttons or the like 200B for a second player are disposed. The operating buttons or the like 200A, 200B have the same configuration.

[0029]



On the rightmost side of the operating buttons or the like 200A, 200B, a start/time button 202 is disposed. The start/time button 202 starts a game or temporarily stops the game. On pressing the start/time button 202 while the game is not in progress, a game is started, and on pressing the start/time button while the game is in progress, the game is temporarily stopped.

[0030]

An 8-way lever 204 is provided on the leftmost side of the operating buttons or the like 200A, 200B. The 8-way lever 204 is operated to thereby indicate eight directions such as front and rear, left and right and the like in each operating scene. For example, in pitching a ball, the 8-way lever 204 is operated to specify the position where a pitcher throws the ball. In fielding, the 8-way lever 204 is operated to specify the direction of the throw and moving between the bases. In batting, the 8-way lever 204 is operated to thereby specify the position for batting.

[0031]

Two decision buttons, A button 206 and B button 208, are respectively provided on the right of each 8-way lever 204. These A button 206 and B button 208 are used to give various instructions in each operating scene. The details are mentioned later. A bat-shaped switch 210 patterning after a bat of a baseball is provided on the left sides of the A button

206 and B button 208. The bat-shaped switch 210 has a bat 211 rotating around a rotating shaft 212. The bat 211 is energized to rotate counterclockwise around the rotating shaft 212 so that it normally abuts on a stopper (not shown). When a player turns the bat 211 clockwise against the energizing force and then releases the bat 211, the bat 211 forcefully returns to rotate counterclockwise and abuts on the stopper (not shown) to be stopped. The stopper (not shown) is provided to determine the limits to which the bat 211 can rotate clockwise.

[0032]

On the back of the bat-shaped switch 210, a rotating plate having a magnet fixed to the rotating shaft 212 is, for example, provided and a plurality of reed switches are disposed along the rotating locus of the magnet to detect the rotating position angle and the rotating speed of the bat 211. When the rotating plate is rotated so that the magnet of the rotating plate approaches within a designated distance, the reed switches are sequentially turned on, and when it recedes, they are sequentially turned off.

[0033]

#### (Basic Operation of Game)

The basic operation of the game device of the present embodiment will now be described. In pitching a ball, a pitch cursor showing the pitching position is moved by the 8-way lever 204. Pitching is instructed with the bat-shaped switch 210,

and pegging is instructed with the B button 208. Pitching is performed in time to the operation of the bat-shaped switch 210.

[0034]

In fielding, the throw and moving between the bases are designated by the 8-way lever 204. The direction of the throw and the moving direction between the bases are designated by the 8-way lever 204. For example, the 8-way lever 204 is directed to the third base, thereby designating the throw to the third base. Pitching is instructed with the B button 208. The bat-shaped switch 210 is not used. In batting, a batter cursor showing the batting position is moved by the 8-way lever 204. The strength of batting is designated with the bat-shaped switch 210. Basically, the strength of batting is instructed by a turning angle of the bat 211 of the bat-shaped switch 210. The details of operation of the bat-shaped switch 210 are mentioned later.

[0035]

In base running, the base in advancing or returning is instructed with the 8-way lever 204. The advancing or returning direction is instructed with the 8-way lever 204 to specify the base. Advancing is instructed with the A button 206, and returning is specified by the B button 208. The bat-shaped switch 210 is not used.

(Display of the Ball Position in Depth) The method for

displaying the position of the ball in depth in the game device of the present embodiment will now be described with Figs. 3 to 8.

[0036]

In the case of projecting a three-dimensional space on a two-dimensional monitor screen, generally it is difficult to grasp the position of a ball in a three-dimensional space. Especially, when the ball moves from the back toward this side like the case where a pitcher throws the ball, the position little changes on the two-dimensional monitor screen, so it is very difficult to know the position in depth. According to the present embodiment, a cursor changing in size and color is displayed around the ball, and as the ball approaches the monitor screen, the size of the cursor is decreased and also the color thereof is changed to display its position in depth.

[0037]

In the baseball game of the present embodiment, a display screen in the case where a pitcher throws a ball is shown in Figs. 3 to 8. Fig. 3 shows the stage where the pitcher swings up his arm to throw a ball. In this stage, as the ball is held by the pitcher, the ball is not displayed. Subsequently, when the pitcher throws the ball, as shown in Fig. 4, a large circular cursor C is displayed around the ball B. After that, when the ball B approaches, the cursor C is gradually decreased in size as shown in Figs. 5, 6, 7 and 8, and converged to the ball B.

At the time, the color of the cursor C is also changed from white to blue, yellow and red. The player of an offensive side can recognize the timing of batting from the size and color of the cursor C. For example, batting in the blue cursor achieves hitting with a jerk, batting in the yellow cursor achieves hitting to center, and batting in the red cursor achieves hitting to the opposite field. Thus, the color of the cursor can be used as a hint for the timing of batting.

[0038]

According to the present embodiment, as described above, the depth of the ball thrown by the pitcher can be visually confirmed, and according to the information, the batter can hit the ball timely. Although the size of the cursor C is decreased with the approach of the ball in the present embodiment, conversely the size may be increased, or first the size may be increased part of the way as the ball approaches, and then it may be decreased. The size of the cursor C may be changed continuously depending upon the distance in depth of the ball B, or changed gradually.

[0039]

As for the color of the cursor, the above embodiment is not restrictive, but the color may be changed in various modes and with various colors.

(Display of Deviation in the Movement of Pitched Ball) The method for displaying the movement of a

pitched ball in the game device according to the present embodiment will now be described with Figs. 9 to 15.

[0040]

In the case of projecting a three-dimensional space on a two-dimensional monitor screen, generally it is difficult to grasp the position of a ball in the three-dimensional space. Especially, when the ball moves from the back toward this side like the case where a pitcher throws the ball, the position little changes on the two-dimensional monitor screen. Therefore, even if the pitcher throws a fastball or a breaking ball such as a curve or a fork ball, only a little difference in position is caused on the two-dimensional monitor screen, and further a pitched ball is output in an moment, so that it is very difficult to know the movement of the pitched ball.

[0041]

In the present embodiment, the whole composition of the monitor screen is varied according to the locus of the ball thrown by a pitcher, that is, the movement of a pitched ball, whereby the movement of a pitched ball thrown by the pitcher can be easily determined. For example, when a pitcher throws a fastball, the composition of the monitor screen is not varied, but when the pitcher throws a breakingball mainly changing laterally such as a curveball or, a slider the whole composition of the monitor screen is rotated. When the pitcher throws a breakingball mainly changing up and down such as a fork bal,

or knuckleball, the whole composition of the monitor screen is rocked up and down so that the player can easily judge the course of the pitched ball.

[0042]

Figs. 9 to 11 show a concrete example of composition of a monitor screen when the pitcher throws a curveball. When the pitcher releases a ball to throw a curveball, in releasing (position P1), as shown in the upper drawing of Fig. 9, the composition of the game screen is not tilted. When the ball is released and then the ball position is changed from P2 to the position P3, position P4 and the position P5, according to the change, the game screen is, as sequentially shown in a lower drawing of Fig. 9, an upper drawing of Fig. 10, a lower drawing of Fig. 10 and an upper drawing of Fig. 11, rotated around the fixation point, and when the ball reaches the position P6 of the batter, the rotating angle becomes maximum. The rotating angle of  $\theta$  composition of the game screen is, as shown in Fig. 12, determined as the rotating angle  $\theta$  at the fixation point O of composition.

[0043]

When the position change due to a curve becomes larger, the rotating angle  $\theta$  is made larger so that the degree of the curve can be easily grasped intuitively. Further, the exhaustion degree of the pitcher's physical strength may be reflected in the rotation angle  $\theta$  for rotating the composition.

The exhaustion degree of the pitcher's physical strength can be determined from the degree of inclination of the composition. According to the present embodiment, as described above, the composition of the screen varies with the locus of the ball thrown by the pitcher, so that the movement of a pitched ball can be easily judged.

[0044]

Figs. 13 to 15 are other concrete examples of composition of the monitor screen when the pitcher throws a curveball. Although the whole composition of the game screen varies in the above concrete example, only a part in the game screen may be varied as in the present concrete example. In the present concrete example, the batter, the pitcher and the mound are not varied, but only a partial composition such as a home plate or a batter's box may be varied.

[0045]

When the pitcher releases a ball to throw a curveball, in releasing (position P1), as shown in the upper drawing of Fig. 13, the composition of the game screen is not inclined. When the ball is released and then the ball position changes from the position P2, to the position P3, the position P4 and the position P5, according to the change, in the game screen, as sequentially shown in the lower drawing of Fig. 13, the upper drawing of Fig. 14, the lower drawing of Fig. 14, and the upper drawing of Fig. 15, only a partial composition such as the home



plate base or the batter's box is rotated and when the ball reaches the position P6 of the batter, its rotation angle becomes maximum. The rotation angle  $\theta$  of composition of the game screen is, as shown in Fig. 12, determined as a rotation angle  $\theta$  at the fixation point O of composition.

[0046]

According to the present embodiment, as described above, the composition of the screen varies with the locus of the ball thrown by the pitcher, so that the movement of a pitched ball can be easily determined.

(Connection Method for Polygons) The connection method for polygons in the game device of the present embodiment will now be described with Figs. 16 to 22.

[0047]

Not only in the 3-D baseball game, but also in the three-dimensional display game, characters or the like are represented by polygons. As for the parts having a joint of the character such as the arm or the foot, polygons are formed for the parts not deformed such as the shoulder, the upper arm, the forearm, and the palm, and the shape between the polygons is formed by connecting the corresponding apexes of the polygons to each other, thereby representing the moving arms and feet.

[0048]

As shown in Fig. 16, in the case of representing a part

extending from the shoulder to the sleeve of a shirt covering the arm of the character, the sleeve and the shoulder of the shirt which will not be deformed are represented by a polygon A and a polygon B, and the shape between them is represented by connecting the polygon A and the polygon B through a polygon S corresponding to the joint. As shown in Fig. 17A, in the present embodiment, a spherical polygon S corresponding to the joint is virtually disposed between the end face of the polygon A and the end face of the polygon B. The connection from the end face of the polygon A to the polygon S is computed, the connection from the end face of the polygon B to the polygon S is computed, and finally the end face of the polygon A and the end face of the polygon B are connected through the polygon S to thereby display a smooth connecting state.

[0049]

As shown in Fig. 17B, the connection from the polygon A to the polygon S is computed. The circumference R1 vertical to a vector OAOS from the center point OA of the polygon A to the center point OS of the polygon S is obtained. The point nearest the apex a1 of the polygon A on the circumference R1 is taken as S11. As shown in Fig. 17C, the points S12, S13, S14, S15, S16 nearest the respective apexes a2, a3, a4, a5, a6 of the polygon A on the circumference R1 are similarly determined.

[0050]

Subsequently, as shown in Fig. 17D, the connection from the polygon B to the polygon S is computed. The circumference R2 vertical to a vector OBOS from the center point OB of the polygon B to the center point OS of the polygon S is obtained. Subsequently, as shown in Fig. 18A, a connection point candidate circumference R3 is obtained from the circumferences R1, R2 of the polygon S. An axis passing the points C1, C2 of intersection of the circumference R1 and the circumference R2 is taken as C. The point of the circumference R1 vertical to a vector C1OS is taken as S1', and the point of the circumference R2 vertical to a vector C1OS is taken as S2'. At the time, the angle made between the vector OSS1' and the vector OSS2' is taken as  $\theta$ . As shown in Fig. 18B, the circumference on the polygon S made by rotating the circumference R1 around the axis C in a  $\theta/2$  degree-arc is taken as R3.

[0051]

Subsequently, a connection point is obtained from a connection point candidate circumference of the circumference R2 and the circumference R3. First, as shown in Fig. 18C, a rotation angle  $\phi$  of the point S1' and the point S11 is obtained. Subsequently, as shown in Fig. 19A, the point obtained by rotating a point S3' in a  $\phi$ -degree arc on the circumference of the circumference R3 is taken as S31, and the points S32, S33, S35, S36 on the circumference are similarly obtained.

Subsequently, as shown in Fig. 19B, the points S21, S22, S23, S24, S25, S26 on the circumference R2 are similarly obtained.

[0052]

Subsequently, in order to obtain the connection from the polygon S to the polygon B, as shown in Fig. 20A, the polygon B is rotated in a  $\phi$  degree arc on the vector OSOB as a shaft. Subsequently, the thus obtained apex ai of the end face of the polygon A, apex S1i of the circumference R1 of the polygon S, apex S3i of the circumference R3 of the polygon S, apex S2i of the circumference R2 of the polygon S, and apex bi of the end face of the polygon B are connected to each other as shown in Fig. 20B. Thus, a smooth connection curve is obtained.

[0053]

According to the present embodiment, as described above, even if the polygons to be connected are twisted, they can be connected naturally in a smooth form. As shown in Fig. 16, even in the case of the polygon A of the sleeve and the polygon B of the shoulder, even if a twist is caused by raising the arm as shown in Figs. 21 and 22, the polygons A and B can be smoothly connected to each other through the polygon S. As shown in Fig. 23, even if a twist is caused by lowering the arm, the polygons A and B can be smoothly connected through the polygon S.

[0054]

(Simple Stature Display Method for Character)

A stature display method for a character in the game device of the present embodiment will now be described with Fig. 24. For example, in the baseball game, a number of players appear, and the movement of the players is obtained by calculation, so they should be the same in build, and different characters are not provided for the respective players. Consequently, different players are represented with the same character so that the players are liable to lack in variation.

[0055]

In the present embodiment, only the head parts of the characters having the same build are varied, whereby the players are represented as if they have separate characters different in stature by an illusion. As shown in Fig. 24, for the head F0 having a standard size, the heads F1, F2, F3, F4 changing only in size are provided and replaced at need. When the heads F1, F2 smaller than the standard size are used, we are under the illusion that the players are tall characters. When the heads F3, F4 larger than the standard size are used, we are under the illusion that the players are short characters.

[0056]

(Modified Embodiment) The invention is not limited to the above embodiment, but it may be susceptible to various modifications. For example, although the invention is applied to the baseball game in the above embodiment, the invention may be applied to the other games such as a shooting game, a

soccer game and a racing game. Although the bat-shaped switch is used in the above embodiment, an instruction for batting may be given by another switch.

[0057]

[Advantage of the Invention]

According to the invention, as described above, in the game image display method for displaying a moving body moving in a game space, when the moving body approaches or recedes from the display surface to the monitor screen, the auxiliary display element is displayed around the moving body, and the auxiliary display element is changed according to the distance of the moving body to the monitor display surface, whereby the movement in depth to the monitor screen and perspective can be represented.

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a block diagram of a game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 2 is a diagram showing a console panel of the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 3 is a diagram (No. 1) for explaining a method for displaying the position of a ball in depth in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 4 is a diagram (No. 2) for explaining a method for displaying the position of a ball in depth in the game device

according to one embodiment of the invention;

Fig. 5 is a diagram (No. 3) for explaining a method for displaying the position of a ball in depth in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 6 is a diagram (No. 4) for explaining a method for displaying the position of a ball in depth in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 7 is a diagram (No. 5) for explaining a method for displaying the position of a ball in depth in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 8 is a diagram (No. 6) for explaining a method for displaying the position of a ball in depth in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 9 is a diagram (No. 1) for explaining a concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 10 is a diagram (No. 2) for explaining a concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 11 is a diagram (No. 3) for explaining a concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 12 is a diagram (No. 4) for explaining a concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 13 is a diagram (No. 1) for explaining another concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 14 is a diagram (No. 2) for explaining another concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 15 is a diagram (No. 3) for explaining another concrete example of a method for displaying the movement of a pitched ball in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 16 is a diagram showing the connecting state of polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Figs. 17A to 17D are diagrams (No. 1) for explaining a method for connecting the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Figs. 18A to 18C are diagrams (No. 2) for explaining a method for connecting the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;



Figs. 19A and 19B are diagrams (No. 3) for explaining a method for connecting the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Figs. 20A and 20B are diagrams (No. 4) for explaining a method for connecting the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 21 is a diagram showing the connecting state of the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 22 is a diagram showing the connecting state of the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 23 is a diagram showing the connecting state of the polygons in the game device according to one embodiment of the invention;

Fig. 24 is a diagram for explaining a stature display method for a character in the game device according to one embodiment of the invention; and

Fig. 25 is a diagram for explaining a connecting method for the polygons in the proposed game device.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

10: main control part 12: display control part 14: voice control part 16: game ROM 18: connector 20: console panel 22: D/A converter 24: speaker 26: encoder 28: monitor 100: SCU (System Control Unit) 102: main CPU 104:

RAM 106: ROM 108: sub-CPU 110, 112, 114: bus 120: first VDP  
 120a: system register 130a: register 122: VRAM 124, 126:  
 frame buffer 130: second VDP 130a: register 130b: color RAM  
 132: VRAM 134: memory 140: DSP 142: CPU 200A, 200B:  
 operating button and the like 202: start button 204:  
 base-shaped group 204a: first base button 204b: second base  
 button 204c: third button base 204d: home plate button 206,  
 208: decision button 210: bat-shaped switch 211: bat 212:  
 rotating shaft

FIGURE 1:

10: MAIN CONTROL PART 12: DISPLAY CONTROL PART 14: VOICE  
 CONTROL PART 16: GAME ROM 18: CONNECTOR 20: CONSOLE PANEL  
 22: D/A CONVERTER 26: ENCODER 102: MAIN CPU 108: SUB-CPU  
 120: FIRST VDP 120a: SYSTEM REGISTER 124: FRAME BUFFER 126:  
 FRAME BUFFER 130: SECOND VDP 130a: REGISTER 130b: COLOR RAM  
 134: MEMORY

FIGURES 9, 10, 11, 13, 14, 15:

RELEASE

FIGURE 17B:

POINT NEAREST a1

FIGURE 18B:

ROTATE IN  $\phi/2$ -DEGREE ARC.

FIGURE 20:

ROTATE IN  $\phi$  DEGREE ARC

FIGURE 25C:

TWIST